

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-294407

(43)Date of publication of application : 23.10.2001

(51)Int.Cl.

C01B 13/11

(21)Application number : 2001-031162

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
TOSHIBA IT & CONTROL SYSTEMS  
CORP

(22)Date of filing : 07.02.2001

(72)Inventor : MURATA TAKAAKI  
NOGUCHI MOTOI  
OKITA YUJI

(30)Priority

Priority number : 2000030839

Priority date : 08.02.2000

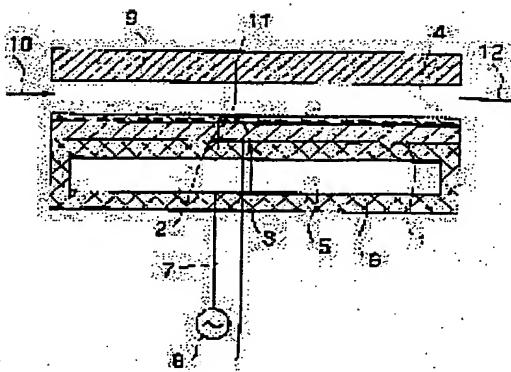
Priority country : JP

## (54) OZONE GENERATING DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a compact, inexpensive ozone generating device with high reliability and stability by preventing the fluctuation of the generated ozone concentration due to gas components to be added to an ozone gaseous starting material.

**SOLUTION:** In the ozone generating device provided with a dielectric layer 4 covering electrodes 2 and 3 making a pair and for generating electric discharge on the surface of the dielectric layer 4 by impressing AC voltage between the electrodes 2 and 3 making a pair to generate ozone 12 from the ozone gaseous starting material 10 filled between the electrodes 2 and 3 making a pair, a material of the collision surface with ozone molecule in the dielectric layer 4 is controlled to have the ozone decomposition probability of  $\leq 7 \times 10^{-6}$  by the collision of the dielectric layer 4 with ozone molecule.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.02.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

ばるも

'05.4.20

特許事務所

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-294407  
(P2001-294407A)

(43) 公開日 平成13年10月23日 (2001.10.23)

(51) Int.Cl.

C 01 B 13/11

識別記号

F I

C 01 B 13/11

マークコード (参考)

J

審査請求 有 請求項の数11 O.L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-31162 (P2001-31162)

(22) 出願日 平成13年2月7日 (2001.2.7)

(31) 優先権主張番号 特願2000-30839 (P2000-30839)

(32) 優先日 平成12年2月8日 (2000.2.8)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(71) 出願人 391017540

東芝アイティー・コントロールシステム株式会社

東京都府中市晴見町2丁目24番地の1

(72) 発明者 村田 隆昭

神奈川県川崎市川崎区浮島町2番1号 株式会社東芝浜川崎工場内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

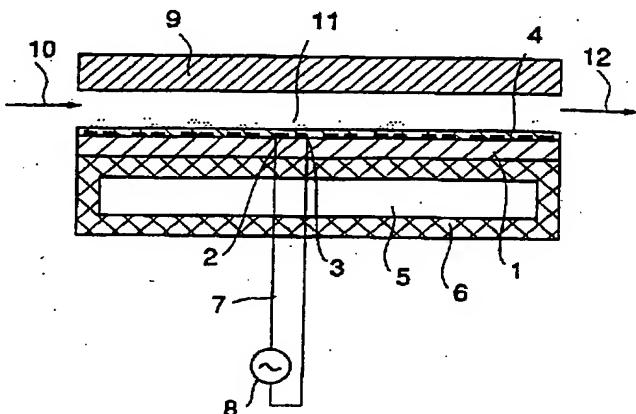
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オゾン発生装置

(57) 【要約】

【課題】 オゾン原料ガスへの添加ガス成分によって、生成するオゾン濃度が変動しないようにし、コンパクトで安価で信頼性および安定性が高いこと。

【解決手段】 対をなす電極2,3を被覆する誘電体層4を備え、対をなす電極2,3間に交流電圧を印加して誘電体層4表面に放電を発生させ、対をなす電極2,3間の空間を満たすオゾン原料ガス10からオゾン12を生成するオゾン発生装置において、誘電体層4におけるオゾン分子の衝突面の材料が、誘電体層4とオゾン分子との衝突によるオゾン分解確率が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、前記対をなす電極間に交流電圧を印加して前記誘電体層表面に放電を発生させ、前記対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記誘電体層におけるオゾン分子の衝突面の材料が、当該誘電体層と前記オゾン分子との衝突によるオゾン分解確率が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにしたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項2】 対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、前記対をなす電極間に交流電圧を印加して前記誘電体層表面に放電を発生させ、前記対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記誘電体層の材料として、少なくとも酸化亜鉛を含むものを用いることを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項3】 基板上に設けられた対をなす電極と、当該対をなす電極を被覆する誘電体層とを備え、前記対をなす電極間に交流電圧を印加して前記誘電体層表面に放電を発生させ、前記対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記誘電体層の材料として、酸化ビスマスを10～90重量パーセント(wt%)、酸化亜鉛を10～90重量パーセント(wt%)含有し、かつ酸化鉛含有量が0～40重量パーセント(wt%)の組成を有するものを用いたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項4】 前記請求項3に記載のオゾン発生装置において、

前記基板として、ソーダガラス、または当該ソーダガラスとほぼ同等の線膨脹係数を有する材料で構成し、前記誘電体層の材料として、酸化ビスマスを20～30重量パーセント(wt%)、酸化亜鉛を30～40重量パーセント(wt%)、酸化ホウ素を15～25重量パーセント(wt%)、酸化珪素を0～10重量パーセント(wt%)を含有する組成としたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項5】 対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、前記対をなす電極間に交流電圧を印加して前記誘電体層表面に放電を発生させ、前記対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、前記誘電体層の上に、パウダー層を設けたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項6】 前記請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のオゾン発生装置において、

前記誘電体層の上に、パウダー層を設けたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項7】 前記請求項5または請求項6に記載のオゾン発生装置において、

前記パウダー層のパウダーの粒径を、10マイクロメートル( $\mu\text{m}$ )以下としたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項8】 前記請求項5乃至請求項7のいずれか1項に記載のオゾン発生装置において、

前記パウダー層のパウダーとして、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項9】 対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、前記対をなす電極間に交流電圧を印加して前記誘電体層表面に放電を発生させ、前記対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、

前記誘電体層の上に、レジネート法により形成された薄膜層を設けたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項10】 前記請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載のオゾン発生装置において、

前記誘電体層の上に、レジネート法により形成された薄膜層を設けたことを特徴とするオゾン発生装置。

【請求項11】 前記請求項9または請求項10に記載のオゾン発生装置において、

前記薄膜層として、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いたことを特徴とするオゾン発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、誘電体層が被覆された対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置に係り、特にオゾン原料ガスへの添加ガス成分によって、生成するオゾン濃度が変動しないようにしたコンパクトでかつ安価でしかも信頼性および安定性の高いオゾン発生装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、例えば上下水道の殺菌・消臭・脱色、工業排水処理の消臭・脱色、パルプ脱色、および医療機器の殺菌を行なう目的で、オゾンが多く用いられてきている。

【0003】 このオゾンを発生するオゾン発生装置としては、対向する複数の電極を備え、この複数の電極間で無声放電、すなわち体積放電を発生させて、オゾン原料ガスからオゾンを生成するものが知られている。

【0004】 そして、この種のオゾン発生装置のうち、オゾン原料ガスである酸素ガスからオゾンを発生させるものでは、少量の窒素ガスや炭酸ガスの添加によって、高濃度のオゾンを生成することが容易となる。

【0005】 特に、短ギャップ放電においては顕著であり、オゾン原料ガスとして、2～4パーセント(%)程度の窒素ガスを酸素ガスに添加して、オゾン発生装置に供給することが一般に行なわれてきている。

【0006】この理由については、従来から明確な原因が解明されておらず、添加ガスをなくすことは困難である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、最近では、共面構造沿面放電を用いることで、300 (g/N m<sup>3</sup>) 以上の極めて高い濃度のオゾンを生成することが可能となってきた。

【0008】しかしながら、前述した従来例の場合と同様に、オゾン原料ガスである酸素ガスに含まれるごく微量の窒素ガス成分や炭酸ガス成分によって、生成するオゾン濃度が大幅な変動を起こしてしまう。

【0009】本発明の目的は、オゾン原料ガスへの添加ガス成分によって、生成するオゾン濃度が変動しないようにすることができるコンパクトでかつ安価でしかも信頼性および安定性の高いオゾン発生装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に対応する発明では、対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、誘電体層におけるオゾン分子の衝突面の材料が、当該誘電体層とオゾン分子との衝突によるオゾン分解確率が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにする。

【0011】従って、請求項1に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層におけるオゾン分子の衝突面の材料が、誘電体層とオゾン分子との衝突によるオゾン分解確率が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにすることにより、誘電体層とオゾン分子との衝突によってオゾンが酸素に戻る分解反応、すなわち誘電体層表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成することができる。

【0012】また、請求項2に対応する発明では、対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、誘電体層の材料として、少なくとも酸化亜鉛を含むものを用いる。

【0013】従って、請求項2に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層の材料として、少なくとも酸化亜鉛を含むものを用いることにより、誘電体層表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成することができる。

【0014】一方、請求項3に対応する発明では、基板上に設けられた対をなす電極と、当該対をなす電極を被覆する誘電体層とを備え、対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成する

オゾン発生装置において、誘電体層の材料として、酸化ビスマスを10～90重量パーセント (w t %) 、酸化亜鉛を10～90重量パーセント (w t %) 含有し、かつ酸化亜鉛含有量が0～40重量パーセント (w t %) の組成を有するものを用いる。

【0015】従って、請求項3に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層の材料として、酸化ビスマスを10～90重量パーセント (w t %) 、酸化亜鉛を10～90重量パーセント (w t %) 含有し、かつ酸化亜鉛含有量が0～40重量パーセント (w t %) の組成を有するものを用いることにより、誘電体層表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成することができる。また、電力密度が高くなつて、同じ電力でより高いオゾン収率を確保できるため、交流電圧印加用の電源を小形化して、装置全体をコンパクトにすることができる。さらに、高濃度オゾンを生成するのに、オゾン原料ガスへ添加ガスを添加する必要がなくなるため、添加ガス添加用の装置が不要となり、装置全体を簡素化して、安価でかつ信頼性の高い装置を得ることができる。

一方、オゾン応用分野の一つとして半導体プロセスがあり、オゾンアッシングや酸化膜堆積等の化学反応プロセスで窒素ガス混入を嫌う場合があるが、本オゾン発生装置では窒素ガスを添加ガスとして混入しないでもよいため、上記用途に最適に用いることができる。また、交流電圧印加用の電源からの印加電圧の大きさを低くできるため、配線の取出部分等における異常放電の恐れがなくなり、結果として信頼性を高めることができる。さらに、基板と誘電体層の線膨脹係数をほぼ同じにできるため、基板と冷却板とを密着させて冷却効率を高めることができる。

【0016】また、請求項4に対応する発明では、上記請求項3に対応する発明のオゾン発生装置において、基板として、ソーダガラス、または当該ソーダガラスとほぼ同等の線膨脹係数を有する材料で構成し、誘電体層の材料として、酸化ビスマスを20～30重量パーセント (w t %) 、酸化亜鉛を30～40重量パーセント (w t %) 、酸化ホウ素を15～25重量パーセント (w t %) 、酸化珪素を0～10重量パーセント (w t %) を含有する組成とする。

【0017】従って、請求項4に対応する発明のオゾン発生装置においては、基板として、ソーダガラス、またはソーダガラスとほぼ同等の線膨脹係数を有する材料で構成し、誘電体層の材料として、酸化ビスマスを20～30重量パーセント (w t %) 、酸化亜鉛を30～40重量パーセント (w t %) 、酸化ホウ素を15～25重量パーセント (w t %) 、酸化珪素を0～10重量パーセント (w t %) を含有する組成とすることにより、前述した請求項3に対応する発明と同様の作用を、より一層効果的に顯著に奏することができる。

【0018】一方、請求項5に対応する発明では、対を

なす電極を被覆する誘電体層を備え、対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、誘電体層の上に、パウダー層を設ける。

【0019】従って、請求項5に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層の上に、パウダー層を設けることにより、極めて安定した高濃度オゾンを生成することができる。

【0020】また、請求項6に対応する発明では、上記請求項1乃至請求項3のいずれか1項に対応する発明のオゾン発生装置において、誘電体層の上に、パウダー層を設ける。

【0021】従って、請求項6に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層の上に、パウダー層を設けることにより、前述した請求項1乃至請求項3および請求項5にそれぞれ対応する発明と同様の作用を、同時に奏することができる。

【0022】さらに、請求項7に対応する発明では、上記請求項5または請求項6に対応する発明のオゾン発生装置において、パウダー層のパウダーの粒径を、10マイクロメートル(μm)以下とする。

【0023】従って、請求項7に対応する発明のオゾン発生装置においては、パウダー層のパウダーの粒径を、10マイクロメートル(μm)以下とすることにより、均質な層を形成して、前述した請求項5または請求項6に対応する発明と同様の作用を、より一層効果的に顕著に奏することができる。

【0024】さらにまた、請求項8に対応する発明では、上記請求項5乃至請求項7のいずれか1項に対応する発明のオゾン発生装置において、パウダー層のパウダーとして、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いる。

【0025】従って、請求項8に対応する発明のオゾン発生装置においては、パウダー層のパウダーとして、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いることにより、前述した請求項5乃至請求項7のいずれか1項に対応する発明と同様の作用を、より一層効果的に顕著に奏することができる。

【0026】一方、請求項9に対応する発明では、対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成するオゾン発生装置において、誘電体層の上に、レジネート法により形成された薄膜層を設ける。

【0027】従って、請求項9に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層の上に、レジネート法により形成された薄膜層を設けることにより、誘電体層表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成することができる。

【0028】また、請求項10に対応する発明では、上記請求項1乃至請求項3のいずれか1項に対応する発明のオゾン発生装置において、誘電体層の上に、レジネート法により形成された薄膜層を設ける。

【0029】従って、請求項10に対応する発明のオゾン発生装置においては、誘電体層の上に、レジネート法により形成された薄膜層を設けることにより、前述した請求項1乃至請求項3および請求項9にそれぞれ対応する発明と同様の作用を、同時に奏することができる。

【0030】さらに、請求項11に対応する発明では、上記請求項9または請求項10に対応する発明のオゾン発生装置において、薄膜層として、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いる。

【0031】従って、請求項11に対応する発明のオゾン発生装置においては、薄膜層として、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いることにより、前述した請求項9または請求項10に対応する発明と同様の作用を、より一層効果的に顕著に奏することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】本発明では、対をなす電極を被覆する誘電体層を備え、対をなす電極間に交流電圧を印加して誘電体層表面に放電を発生させ、対をなす電極間の空間を満たすオゾン原料ガスからオゾンを生成する、沿面放電方式または体積放電方式のオゾン発生装置において、誘電体層におけるオゾン分子の衝突面の材料が、誘電体層とオゾン分子との衝突によるオゾン分解確率が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにすることにより、誘電体層とオゾン分子との衝突によってオゾンが酸素に戻る分解反応、すなわち誘電体層表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成可能とすることを、その基本的な要旨としている。以下、上記のような考え方方に基づく本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0033】(第1の実施の形態) 図1は本実施の形態による沿面放電方式のオゾン発生装置の構成例を示す概要図、図2は同オゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの構成例を示す概要図である。

【0034】図1および図2において、ガラス(例えば、ソーダガラス)からなる基板1と、この基板1の表面に、銀ペースト等の導電材料を例えばスクリーン印刷等により印刷して設けられた複数の対をなす電極2、3と、この複数の対をなす電極2、3を被覆する誘電体層4とから、オゾン発生電極プレートを構成している。

【0035】ここで、オゾン発生電極プレートの誘電体層4は、その材料として、酸化ビスマスを10～90重量パーセント(wt%)、酸化亜鉛を10～90重量パーセント(wt%)含有し、かつ酸化鉛含有量が0～40重量パーセント(wt%)の組成を有するものを用いている。

【0036】特に、好ましくは、酸化ビスマスを20～

30重量パーセント(wt%)、酸化亜鉛を30~40重量パーセント(wt%)、酸化ホウ素を15~25重量パーセント(wt%)、酸化珪素を0~10重量パーセント(wt%)を含有する組成とすることが好ましい。

【0037】一方、基板1の裏面側には、冷却水5により冷却された金属からなる冷却板6を、基板1と密着させて設けている。

【0038】また、複数の対をなす電極2、3には、配線7により、高い交流電圧を印加する外部の交流電源8を接続している。

【0039】さらに、基板1の表面の電極2、3側には、ガスガイド9を設けており、外部からオゾン原料ガス(例えば、酸素ガス)10を、複数の対をなす電極2、3間の空間に導入して当該空間を満たすようにしている。

【0040】そして、複数の対をなす電極2、3間に、交流電源8から高い交流電圧を印加することにより、誘電体層4表面に沿面放電11を発生させ、この沿面放電11によってオゾン原料ガス10からオゾン12を生成するようしている。

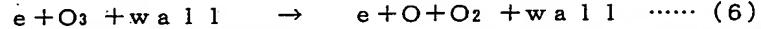
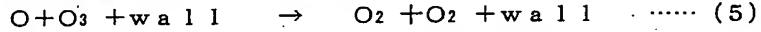
【0041】図3(a)および(b)は、本実施の形態による沿面放電方式のオゾン発生装置の具体的な実装構成例を示す平面図および側断面図であり、図1および図2と同一要素には同一符号を付して示している。

【0042】図3に示すように、オゾン発生装置は、複数の対をなす電極2、3と、冷却水5により冷却された金属からなる冷却板6と、オゾン原料ガス(例えば、酸素ガス)10を、複数の対をなす電極2、3間の空間に導入するガスガイド9と、スペーサ21と、これらを収納するケース22と、このケース22に取付けられた一对の電源供給用の端子23とから構成している。

【0043】図4は、本実施の形態による沿面放電方式のオゾン発生装置の具体的な全体実装構成例を示す概要図であり、図1乃至図3と同一要素には同一符号を付して示している。

【0044】図4において、上記図1乃至図3に示した構成を有するオゾン発生装置本体31には、その一对の電源供給用の端子23に、配線7を介して交流電圧印加用の電源8を接続している。

【0045】また、オゾン発生装置本体31には、酸素\*



といった反応が、従来のオゾン発生装置よりも顕著に生じる。

【0054】この反応は、誘電体層4表面(wa11:壁面)での一種の触媒反応であり、その結果、オゾンO3分解が激しく発生してしまう。

【0055】このような反応速度は、触媒反応であるが故に、誘電体層4の表面物質によって大きく変わる。

\*ポンベ33から、減圧弁34、および酸素流量計35を介して、オゾン原料ガス10である酸素ガスを供給するようしている。

【0046】さらに、オゾン発生装置本体31には、必要に応じて、窒素ポンベ36から、減圧弁37、および窒素流量計38を介して、オゾン原料ガス10への添加ガスである窒素ガスを添加供給するようしている(図では、説明の便宜上示している)。

【0047】さらにまた、オゾン発生装置本体31で生成されたオゾン12を、オゾン流量計39、および減圧弁40を介して、オゾン取り出し部41から外部へ取出すようしている。

【0048】次に、以上のように構成した本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置の作用について説明する。

【0049】本実施の形態のオゾン発生電極プレートを適用したオゾン発生装置では、複数の対をなす電極2、3が誘電体層4で被覆されることにより、電極2、3表面は、沿面放電11に直接晒されておらず、スペッタ劣化がなく長寿命が得られる。

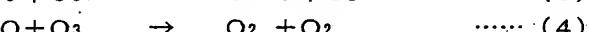
【0050】沿面放電11中では、放電で発生した電子eが酸素分子O2を解離して、酸素原子Oが発生する。さらに、この酸素原子Oは、他の酸素分子O2と結合して、オゾンO3が発生する。

【0051】



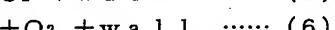
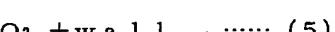
また、沿面放電11中では、オゾンO3から酸素分子O2への逆反応も生じる。

【0052】



沿面放電11中での反応式は、この(4)式により表わされるもので、このことは、従来のオゾン発生装置に採用されるバリア放電である体積放電とも同様である。

【0053】しかしながら、本実施の形態のオゾン発生装置は、沿面放電11という、誘電体層4表面近傍の極めて小さな空間で放電を発生させるものであり、誘電体層4表面への放電中の電子、および酸素原子によるラジカル衝突が激しく発生する。そのため、



【0056】この場合、誘電体層4表面、つまりオゾン分子の衝突面(壁面)との衝突によるオゾンの分解は、以下のように考えることができる。

【0057】すなわち、まず、図5に示すように、単位面積の壁に上下を挟まれた空間を考える。この壁の一方は電極であり、他方はガス・ガイドあるいはもう一つの電極である。

【0058】熱運動をする気体分子の平均速度は、Maxe \* 【数1】

!!分布にしたがい、

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{8kT}{m}} \quad \cdots (7)$$

ここで、kはボルツマン定数  $[1.38 \times 10^{-16} \text{erg/K}]$  、Tはガス温度 [K] 、mは気体分子1個の質量 [g] を表わす。

【0059】オゾンの質量は、1mol当たり48 [g] の※

$$m_{O_3} = 48 / 6.02 \times 10^{23} = 7.97 \times 10^{-23} [\text{g}] \quad \cdots (8)$$

例えば、ガス温度T=300 [K] では、オゾン分子の速度は

$$\bar{v}_{O_3} = 36378 [\text{cm/sec}]$$

引き続き、図6に示すような単位体積の空間を考えて、壁面との衝突を考える。

【0060】壁面1cm<sup>2</sup>当たりの分子の衝突頻度f<sub>wall</sub> [c★

$$f_{\text{wall}} = \frac{1}{4} n \bar{v} \quad \cdots (10)$$

となる。

【0061】係数1/4の理由は、分子のうち壁面の方にむかうものと反対方向に向かうものがあるのでn/2

となり、壁面に垂直方向成分の平均が1/2となるため☆

$$n_{O_3} = 0.15 \cdot 2.45 \times 10^{19} = 3.67 \times 10^{18} [\text{parts/cm}^3] \quad \cdots (11)$$

なので、衝突頻度f<sub>O3-wall</sub>は

$$f_{O_3-\text{wall}} = \frac{1}{4} \cdot 3.67 \times 10^{18} \cdot 3.6 \times 10^4 = 3.3 \times 10^{22} \quad \cdots (12)$$

壁面に衝突するオゾン分子のうち、z<sub>wall</sub>の確率で分解が生じるものとする。

【0063】分解しないオゾンは、壁面で跳ね返されることになる。この反射率Rは、以下のような式で定義さ

$$R = 1 - z_{\text{wall}} \quad \cdots (13)$$

単位体積当たりのオゾン数密度[O<sub>3</sub>]が壁面で分解するレ

ートは、毎秒当たり

$$\frac{d[O_3]}{dt} \Big|_{\text{wall}} = - \frac{f_{\text{wall}}' z_{\text{wall}}}{h_{ck}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{[O_3] \cdot \bar{v}_{O_3} \cdot z_{\text{wall}}}{h_{ck}} \quad \cdots (14)$$

で表わされる。

【0065】h<sub>ck</sub>が0.06 [cm] (=0.6mm) で、z<sub>wall</sub>が1.0  $\times 10^{-6}$  という大変小さな値でも、オゾン数密度の減少レ

$$\frac{d[O_3]}{dt} \Big|_{\text{wall}} = - 5.5 \times 10^{17} [\text{parts/sec}] \quad \cdots (15)$$

である。

【0066】オゾン生成量は、酸素分子の電子衝突による解離効率は、オゾン発生装置内部の典型的な電界強度★

$$\eta_{\text{ex}} = 6.3 \times 10^{17} [\text{parts/J}] \quad \cdots (16)$$

である。

【0067】解離した酸素原子は、100%がオゾンになるとすると、酸素分子1つからオゾンが2つ発生する。

※で、1分子当たりの質量m<sub>O3</sub>は

【数2】

【数3】

$$\cdots (9)$$

★ $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$  は、他のガス分子との衝突を無視すると

【数4】

☆ある。

【0062】例えば、大気圧においてオゾン濃度が15%

20 では、オゾンの数密度n<sub>O3</sub>は

【数5】

$$n_{O_3} = 0.15 \cdot 2.45 \times 10^{19} = 3.67 \times 10^{18} [\text{parts/cm}^3] \quad \cdots (11)$$

【数6】

◆れる。

【0064】

【数7】

$$\cdots (13)$$

※一トは、毎秒当たり

【数8】

★100~200 [Td] において

【数9】

【数10】

【0068】電子へのエネルギー分岐be=0.38とし、電

力を6.6 [W/cm<sup>3</sup>] とすると

【数11】

11

$$\frac{d[03]}{dt} |_{ex} = 2be \cdot \eta_{ex} \cdot \mu = 2 \cdot 0.38 \cdot 6.3 \times 10^{17} \cdot 6.6 = 3.2 \times 10^{18}$$

12

[parts / sec]

... (17)

従って、上記(15)式と(17)式とを比較すると、壁面での分解は発生の20%に及ぶことがわかる。

【0069】以上により、誘電体層4の表面材料を変えることで、誘電体層4におけるオゾン分子衝突面である壁面との衝突によるオゾンの分解確率 $z_{wall}$ は変化することになる。

【0070】本実施の形態では、従来知られていないかったこのような反応についてさまざまな物質を試した結果、超高濃度オゾン発生に適した誘電体層4の材料を、オゾン発生装置を構成するオゾン発生電極プレートに適用するものである。

【0071】ところで、誘電体層4は、一般に、ガラスからなる基板1と密着接合している必要がある。

【0072】なぜなら、基板1と密着接合していないと、誘電体層4と基板1との間に空隙が存在することになるため、電極2、3の間にこの空隙を介して絶縁破壊を生じ、オゾンを発生できなくなる。

【0073】これらを密着接合するためには、誘電体層4の線膨張係数は、ガラスからなる基板1の線膨張係数とほぼ合致している必要がある。

【0074】基板1は、工業的にはソーダガラスが、重量、コスト面でもっとも入手し易い。ソーダガラスは、線膨張係数が $70 \sim 100 \times 10^{-7}$ で、ガラスの中では大きな値を示している。そのため、通常、誘電体層4として、酸化鉛を40wt% (重量パーセント) 以上含むいわゆる鉛ガラスが用いられている。

【0075】この鉛ガラスを誘電体層4として、オゾン原料ガス10を、99.9%以上酸素を含む純酸素ガスとして、本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置に導入する。

【0076】そして、このような状態 (基板1をソーダガラスとし、誘電体層4を鉛ガラスとした状態) 下で、電極2、3に交流電源9から高い交流電圧を印加して、誘電体層4表面に沿面放電11を発生させ、この沿面放電11によってオゾン原料ガス10からオゾン12を生成する。

【0077】図7は、誘電体層4として、ビスマスガラス、酸化鉛を用いた場合のオゾン発生特性を示す特性図であり、この図中の酸化鉛がいわゆる鉛ガラスである。

【0078】図7において、横軸はオゾン濃度、すなわち標準状態 (摂氏0度、1気圧) における単位立法メートル体積当たりのオゾングラム数を表わし、縦軸はオゾン収率、すなわち単位電力量であるキロワット時当たり発生できるオゾン量であるグラム数を表わす。

【0079】オゾン濃度は最大10g/Nm<sup>3</sup>以下であ

り、オゾン収率は最大10g/kWh以下である。これは、従来から産業用に用いられてきた体積放電方式のオゾン発生装置で生成される最大オゾン濃度200g/Nm<sup>3</sup>、最大オゾン収率140g/kWhと比較して、非常に小さく実用的ではない。

【0080】そこで、誘電体層4の材料として、酸化鉛含有量を40wt%以下に抑制し、かつ基板1の材料であるソーダガラスと合致する線膨張係数を有する、いわゆるビスマスガラスを用いると、極めて高いオゾン発生特性を得ることができる。

【0081】図7に示すように、誘電体層4としてビスマスガラスを用いた場合の方が、酸化鉛を用いた場合に比べて、オゾン濃度、オゾン収率ともに、極めて高い値を得ることができ、有利である。

【0082】この理由は、上記(5)式、(6)式に示したような反応が、ビスマスガラス表面では生じないためである。

【0083】このビスマスガラスの組成としては、酸化鉛含有量を0~40重量パーセント(wt%)に抑え、残りの物質として、酸化ビスマスを10~90重量パーセント(wt%)、酸化亜鉛を10~90重量パーセント(wt%)含有することにより、基板1であるソーダガラスとほぼ合致する線膨張係数を得ることができる。

【0084】特に、酸化亜鉛を30~40重量パーセント(wt%)、酸化ビスマスを20~30重量パーセント(wt%)、酸化ホウ素を15~25重量パーセント(wt%)、酸化珪素を0~10重量パーセント(wt%)含有することにより、基板1であるソーダガラスとの線膨張係数は完全に合致する。

【0085】その結果、誘電体層4は基板1と密着接合して、電極2、3の間に空隙を生じず、高い絶縁性を得ることができ、安定した高濃度オゾンを生成させることができる。

【0086】一方、電力密度が高くなつて、同じ電力でより高いオゾン収率を確保できるため、交流電圧印加用の電源8を小形化して、装置全体をコンパクトにすることができる。

【0087】また、高濃度オゾンを生成するのに、オゾン原料ガス10へ添加ガスを添加する必要がなくなるため、添加ガス添加用の装置 (窒素ボンベ36から、減圧弁37、および窒素流量計38) が不要となり、装置全体を簡素化して、安価でかつ信頼性の高い装置を得ることができる。

【0088】さらに、オゾン応用分野の一つとして半導体プロセスがあり、オゾンアッシングや酸化膜堆積等の

化学反応プロセスで窒素ガス混入を嫌う場合があるが、本オゾン発生装置では窒素ガスを添加ガスとして混入しないでもよいため、上記用途に最適に用いることができる。

【0089】また、交流電圧印加用の電源8からの印加電圧の大きさを低くできるため、配線7の取出部分等における異常放電の恐れがなくなり、結果として信頼性を高めることができる。

【0090】さらに、基板1と誘電体層4の線膨脹係数をほぼ同じにできるため、基板1と冷却板6とを密着させて冷却効率を高めることができる。

【0091】上述したように、本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置では、基板1の上に設けられた対をなす電極2、3を被覆する誘電体層4の材料として、酸化ビスマスを10～90重量パーセント(wt%)、酸化亜鉛を10～90重量パーセント(wt%)含有し、かつ酸化鉛含有量が0～40重量パーセント(wt%)の組成を有するものを用いるようにしているので、誘電体層4表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成させることができる。

【0092】また、誘電体層4として、化学的に安定な少なくとも酸化珪素、酸化亜鉛を用いるようにしているので、上記効果をより一層効果的に顕著に奏すことが可能となる。

【0093】これらの特性は、オゾンの表面における分解確率 $z_{wall}$ が材料によって異なるために生ずることを、我々は初めて見出した。

【0094】図8は、酸化亜鉛、ビスマスガラスの特性に対するオゾン分解確率 $z_{wall}$ の値を換算して示す特性図である。

【0095】図8において、縦軸はオゾン濃度Cであり、横軸は特性エネルギーW/Qである。

【0096】酸化亜鉛に対して $15 \times 10^{-7}$ 、ビスマスに対して $30 \times 10^{-7}$ である。これらの値であれば、オゾン発生装置として十分な特性である。

【0097】図9は、横軸にオゾン分解確率 $z_{wall}$ 、縦軸に飽和オゾン濃度Csをとった示した特性図である。

【0098】図9に示すように、誘電体層4としては、誘電体層4におけるオゾン分子の衝突面の材料が、誘電体層4とオゾン分子との衝突によるオゾンの分解確率 $z_{wall}$ が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにすることによって、高いオゾン発生特性を得ることが可能となる。

【0099】すなわち、この場合、図9に示すように、オゾンの分解確率 $z_{wall}$ が $7 \times 10^{-6}$ 以下となるようにすることで、取りあえず所期の目的を達成する、すなわち従来よりも安定した高濃度オゾンを生成することが可能であるが、例えばビスマスガラスを用いた場合には、図9に示すように、飽和オゾン濃度Csとして少なくとも $250 \text{ g/Nm}^{-3}$ 以上を確保できればよいが、図8に示すように、オゾン濃度Csとして $300 \text{ g/Nm}^{-3}$ 以上を確

保する方が、より安定した高濃度オゾンを生成させることができ可能であることを考慮すると、オゾンの分解確率 $z_{wall}$ が $7 \times 10^{-6}$ からより小さい値とすることがより好ましい。

【0100】さらに、電力密度が高くなつて、同じ電力でより高いオゾン収率を確保できるため、交流電圧印加用の電源8を小形化して、装置全体をコンパクトにすることが可能となる。

【0101】さらにまた、高濃度オゾンを生成するのに、オゾン原料ガス10へ添加ガスを添加する必要がなくなるため、従来では必須であった添加ガス添加用の装置が不要となり、装置全体を簡素化して、安価でかつ信頼性の高い装置を得ることが可能となる。

【0102】一方、オゾン応用分野の一つとして半導体プロセスがあり、オゾンアッシングや酸化膜堆積等の化学反応プロセスで窒素ガス混入を嫌う場合があるが、本実施の形態のオゾン発生装置では、窒素ガスを添加ガスとして混入しないでもよいため、上記用途に最適に用いることが可能となる。

【0103】また、交流電圧印加用の電源8からの印加電圧の大きさを低くできるため、配線7の取出部分等における異常放電の恐れがなくなり、結果として信頼性を高めることができる。

【0104】さらに、基板1と誘電体層4の線膨脹係数をほぼ同じにできるため、基板1と冷却板6とを密着させて冷却効率を高めることができる。

【0105】(第2の実施の形態) 図10は、本実施の形態による沿面放電方式のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの構成例を示す概要図であり、図1と同一部分には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0106】すなわち、本実施の形態のオゾン発生電極プレートは、図10に示すように、前記誘電体層4の上に、パウダー層13を設けた構成としている。

【0107】ここで、パウダー層13は、パウダーの粒径を、 $10 \text{ マイクロメートル} (\mu\text{m})$ 以下としている。

【0108】また、パウダー層13は、パウダーとして、酸化珪素、酸化亜鉛を含むものを用いている。

【0109】以上のように構成した本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置においては、誘電体層4の上にパウダー層13を設け、このパウダー層13のパウダーの粒径を $10 \text{ マイクロメートル} (\mu\text{m})$ 以下としていることにより、均質なパウダー層13を得ることができ、誘電体層4は、沿面放電11に直接曝されないため、鉛ガラスを用いてもオゾン発生特性に影響を与せず、オゾン発生特性はパウダー層13の組成によって大きな影響を受ける。

【0110】図11は、酸化珪素、ビスマスガラス、酸化亜鉛、アルミナ、チタニア、酸化鉛をパウダー層13として用い、オゾン原料ガス10を99.9%以上酸素

を含む純酸素ガスとし、電極2、3に交流電源9から高い交流電圧を印加して、誘電体層4表面に沿面放電11を生じさせ、この沿面放電11によってオゾン原料ガス10からオゾン12を生成した時のオゾン発生特性を示すグラフである。

【0111】図11に示すように、酸化珪素、ビスマスガラス、酸化亜鉛をパウダー層13とすると、オゾン濃度、オゾン収率とともに非常に高い値を示す。

【0112】これに比べて、酸化鉛をパウダー層13とすると、オゾン濃度はゼロであり、オゾン発生装置としての性能が得られない。

【0113】また、アルミナ、チタニアをパウダー層13とすると、オゾン濃度20~100g/Nm<sup>3</sup>で変動が激しく、安定した動作を得ることができない。

【0114】このことは、オゾンの表面における分解反応が触媒作用と関連することを示唆している。

【0115】チタニアは、それ自体、結晶性が変化しやすい特性を有するため、触媒として用いられていることは周知の事実である。

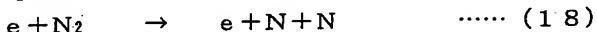
【0116】また、アルミナは、それ自体を触媒として用いる例はないが、プラチナ等をアルミナ表面に担持させると触媒作用があることも周知の事実である。

【0117】なお、ここには示していないが、ジルコニア等についても同様である。

【0118】このように、表面反応を抑制するには、触媒として用いられない物質をパウダー層13として用いると、高いオゾン発生特性を得ることができる。

【0119】図12は、オゾン原料ガス10として、酸素ガス99%に窒素ガス1%を添加した場合のオゾン発生特性を示す特性図である。他は、前述した条件と同様である。図12に示すように、酸化鉛以外の物質では、オゾン発生特性は全て良好である。少量の窒素ガスを含むオゾン原料ガス10が沿面放電11に曝されると、放電中の電子eと窒素分子N<sub>2</sub>との衝突によって、窒素原子Nが発生する。

【0120】



さらに、



によって、窒素酸化物(NO、NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>、N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)が生成する。

【0121】このような窒素酸化物は、物質への吸着性が強く、パウダー層13表面に付きやすい。

【0122】オゾン分解確率 $Z_{wall}$ は、表面の様様な分子結合のうち、オゾン分解に寄与するサイトにオゾンが衝突する確率である。窒素酸化物が、このような分解サイトに付着することで、オゾン分解確率 $Z_{wall}$ はより小

さくなる。

【0123】その結果、オゾンを分解する反応を起こしたチタニアやアルミナといった触媒作用を起こす表面に窒素酸化物が付き、触媒作用が阻害されて高いオゾン発生特性が得られるようになる。

【0124】チタニアやアルミナは、このように微量の窒素ガスのような添加ガスを必要とするもので、添加ガス量に極めて敏感な特性を示す。

【0125】したがって、安定な動作を示す酸化珪素、酸化亜鉛を、パウダー層13として用いることにより、良好なオゾン発生特性を得ることができる。

【0126】上述したように、本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置では、基板1の上に設けられた対をなす電極2、3を被覆する誘電体層4の上に、粒径が10マイクロメートル(μm)以下のパウダーのパウダー層13を設けるようにしているので、誘電体層4表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成させることができる。

【0127】さらに、パウダー層13のパウダーとして、化学的に安定な酸化珪素、酸化亜鉛を用いるようにしているので、上記効果をより一層効果的に顕著に奏ずることが可能となる。

【0128】(第3の実施の形態)図13は、本実施の形態による沿面放電方式のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの構成例を示す概要図であり、図1と同一部分には同一符号を付してその説明を省略し、ここでは異なる部分についてのみ述べる。

【0129】すなわち、本実施の形態のオゾン発生電極プレートは、図13に示すように、前記誘電体層4の上に、1マイクロメートル(μm)程度の薄膜層14を設けた構成としている。

【0130】ここで、薄膜層14は、例えればレジネート法により形成しているものであり、酸化珪素、または酸化亜鉛を含むものを用いている。

【0131】以上のように構成した本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置においては、誘電体層4の上にレジネート法により形成された薄膜層14を設けていることにより、誘電体層4は沿面放電11に直接曝されないことになる。この影響度は、薄膜層14の組成による。

【0132】この組成に関しては、前述したパウダー層13において良好な特性の得られた酸化珪素、酸化亜鉛を、薄膜層14として用いることにより、良好なオゾン発生特性を得ることが可能である。

さらに、この薄膜層14は、極めて薄いため、線膨張係数が、基板1、誘電体層4と異なるものであっても剥離せず、安定な特性を得ることができる。

【0133】上述したように、本実施の形態の沿面放電方式のオゾン発生装置では、基板1の上に設けられた対をなす電極2、3を被覆する誘電体層4の上に、レジネ

ート法により形成された薄膜層14を設けるようにしているので、誘電体層4表面でのオゾン分解反応を抑制して、極めて安定した高濃度オゾンを生成させることができとなる。

【0134】さらに、薄膜層14として、化学的に安定な酸化珪素、酸化亜鉛を用いるようにしているので、上記効果をより一層効果的に顕著に奏すことが可能となる。

【0135】(その他の実施の形態)

(a) 前述した第1の実施の形態における誘電体層4の上に、前述した第2の実施の形態のパウダー層13を設ける構成としてもよい。

【0136】この場合には、第1の実施の形態および第2の実施の形態と同様の作用効果を、同時に得ることが可能となる。

【0137】(b) 前述した第1の実施の形態における誘電体層4の上に、前述した第3の実施の形態の薄膜層14を形成する構成としてもよい。

【0138】この場合には、第1の実施の形態および第3の実施の形態と同様の作用効果を、同時に得ることが可能となる。

【0139】(c) 前述した各実施の形態では、沿面放電を用いてオゾンを生成する沿面放電方式のオゾン発生装置に本発明を適用した場合について説明したが、これに限らず、例えば対をなす電極2、3間で無声放電、すなわち体積放電を用いてオゾンを生成する体積放電方式のオゾン発生装置についても、前述の場合と同様に本発明を適用することができるものである。

【0140】図14は、本実施の形態による体積放電方式のオゾン発生装置の典型例である同軸円筒型オゾナイザの構成例を示す概要図であり、図1と同一要素には同一符号を付している。

【0141】図14において、ステンレス管42の内側には、ガラス管43を挿入している。また、ガラス管43の内面には金属層44を設けており、当該金属層44に高電圧を印加することで、ステンレス管42とガラス管43との間の空間に体積放電45が発生する。

【0142】この放電により発生した熱は、冷却水46によって冷却する。

【0143】原料ガス47である酸素ガスは、体積放電によってオゾン48となり、外部に排出するようにしている。

【0144】図15は、同軸円筒型オゾナイザのオゾン発生特性を示す特性図である。

【0145】図15において、縦軸はオゾン濃度C、横軸は特性エネルギーW/Qである。ガスは、99.9%酸素である。

【0146】この場合にも、壁面のオゾン分解確率 $\omega_{wall}$ を、 $1.2 \times 10^{-6}$ からより小さい値にすることで、オゾン発生特性の向上を図ることが可能となる。

【0147】特に、 $7 \times 10^{-6}$ 程度では高い特性が得られず、これ以上の値とすることで、前述したような本発明の内容を適用することができる。

【0148】上述したように、本実施の形態のオゾン発生装置でも、前述した第1乃至第3の実施の形態のオゾン発生装置の場合と、同様の作用効果を得ることが可能となる。

【0149】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、オゾン原料ガスへの添加ガス成分によって、生成するオゾン濃度が変動しないようにすることが可能なコンパクトでかつ安価でしかも信頼性および安定性の高いオゾン発生装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による沿面放電方式のオゾン発生装置の第1の実施の形態を示す概要図。

【図2】同第1の実施の形態のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの構成例を示す概要図。

【図3】同第1の実施の形態のオゾン発生装置の具体的な実装構成例を示す平面図および側断面図。

【図4】同第1の実施の形態のオゾン発生装置の具体的な全体実装構成例を示す概要図。

【図5】同第1の実施の形態のオゾン発生装置における作用効果を説明するための概念図。

【図6】同第1の実施の形態のオゾン発生装置における作用効果を説明するための概念図。

【図7】同第1の実施の形態のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの作用効果を説明するための特性図。

【図8】同第1の実施の形態のオゾン発生装置における作用効果を説明するための特性図。

【図9】同第1の実施の形態のオゾン発生装置における作用効果を説明するための特性図。

【図10】本発明の第2の実施の形態のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの構成例を示す概要図。

【図11】同第2の実施の形態のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの作用効果を説明するための特性図。

【図12】同第2の実施の形態のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの作用効果を説明するための特性図。

【図13】本発明の第3の実施の形態のオゾン発生装置におけるオゾン発生電極プレートの構成例を示す概要図。

【図14】本発明による沿面放電方式のオゾン発生装置のその他の実施の形態を示す概要図。

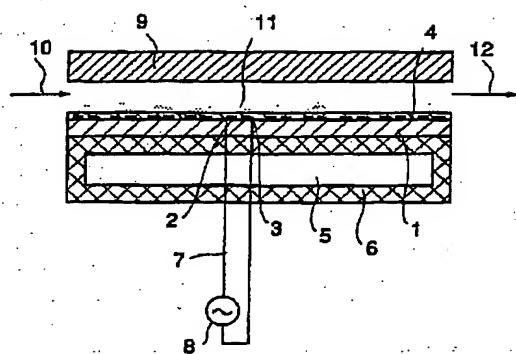
【図15】同その他の実施の形態のオゾン発生装置における作用効果を説明するための特性図。

50 【符号の説明】

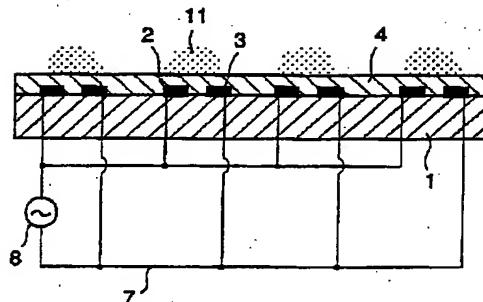
1 … 基板  
 2, 3 … 電極  
 4 … 誘電体層  
 5 … 冷却水  
 6 … 冷却板  
 7 … 配線  
 8 … 交流電源  
 9 … ガスガイド  
 10 … オゾン原料ガス (酸素ガス)  
 11 … 沿面放電  
 12 … オゾン  
 13 … パウダー層  
 14 … 薄膜層  
 21 … スペーサ  
 22 … ケース  
 23 … 電源供給用の端子  
 31 … オゾン発生装置本体

33 … 酸素ボンベ  
 34 … 減圧弁  
 35 … 酸素流量計  
 36 … 窒素ボンベ  
 37 … 減圧弁  
 38 … 窒素流量計  
 39 … オゾン流量計  
 40 … 減圧弁  
 41 … オゾン取り出し部  
 10 … 42 … ステンレス管  
 43 … ガラス管  
 44 … 金属層  
 45 … 体積放電  
 46 … 冷却水  
 47 … 原料ガス  
 48 … オゾン。

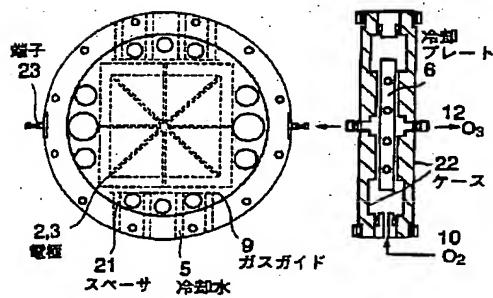
【図1】



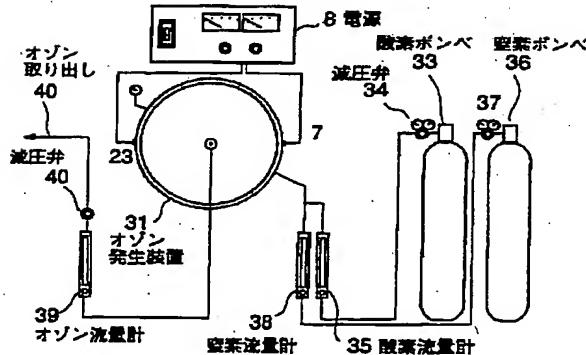
【図2】



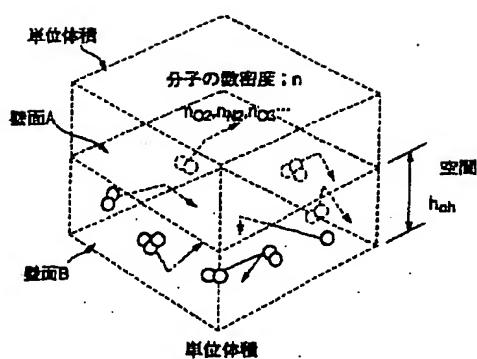
【図3】



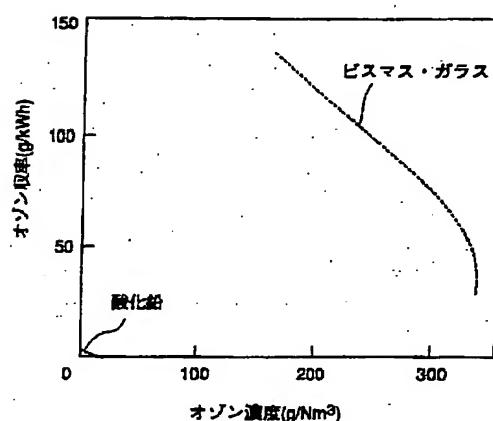
【図4】



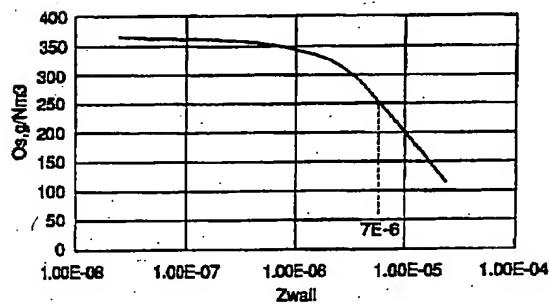
【図5】



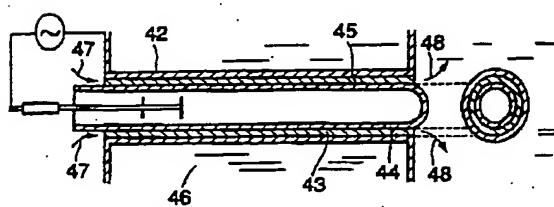
【図7】



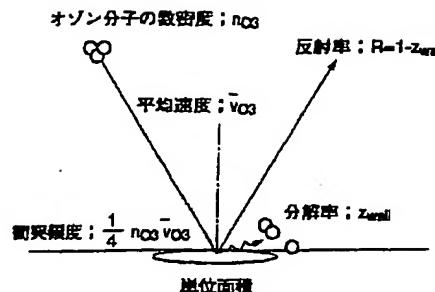
【図9】



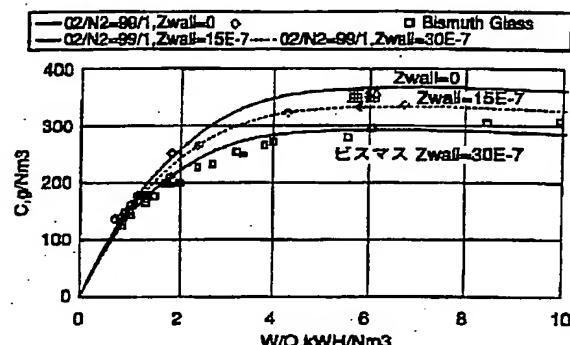
【図14】



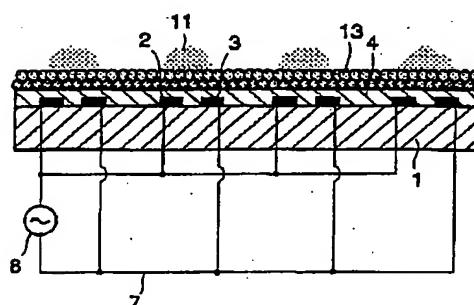
【図6】



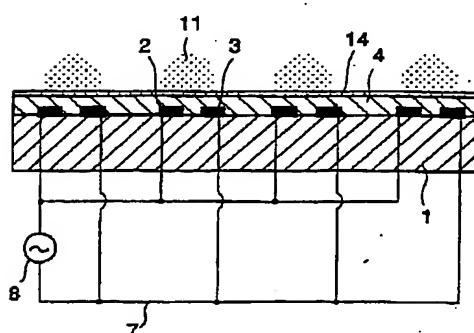
【図8】



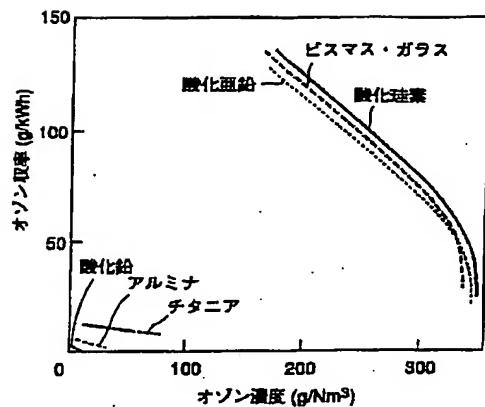
【図10】



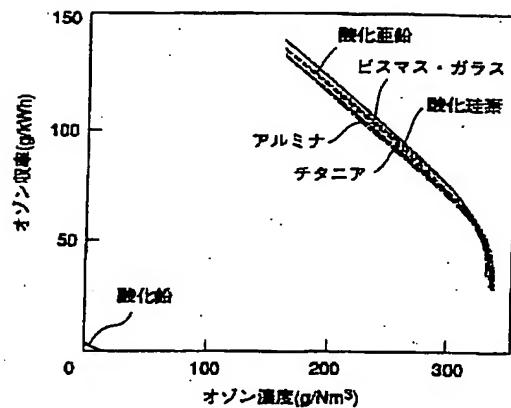
【図13】



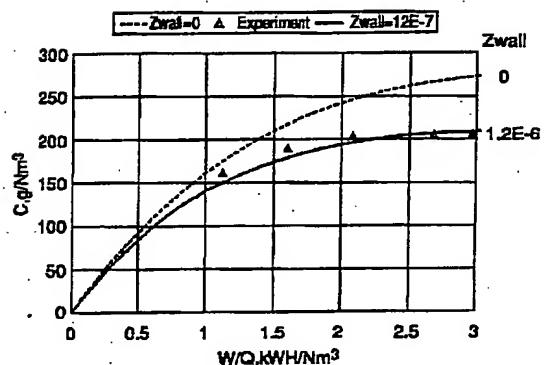
【図11】



【図12】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 野口 基  
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社  
東芝本社事務所内

(72)発明者 沖田 裕二  
東京都府中市晴見町2丁目24番地の1 東  
芝アイティー・コントロールシステム株式  
会社内